

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **046189**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.02.14

(21) Номер заявки
202390647

(22) Дата подачи заявки
2021.08.23

(51) Int. Cl. **F28D 7/16** (2006.01)
F28D 7/06 (2006.01)
F28F 9/013 (2006.01)
F28D 21/00 (2006.01)
F28F 9/22 (2006.01)

(54) **ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК СО СТЕРЖНЕВЫМИ ПЕРЕГОРОДКАМИ**

(31) **20192268.9**

(32) **2020.08.21**

(33) **EP**

(43) **2023.04.17**

(86) **PCT/EP2021/073308**

(87) **WO 2022/038300 2022.02.24**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ЛЮММУС НОВОЛЕН
ТЕКНОЛОДЖИ, ГМБХ (DE)**

(72) Изобретатель:
**Руль Оливер Марко, Шваб Йохен
Аксель, Бриньоне Марко, Фидлер
Франк (DE)**

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(56) CN-A-104197751
US-A-4429739
US-A-4204570
US-A-4230527

(57) Вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками может быть использован для отведения тепла, осуществления конденсации, выработки электроэнергии, на нефтехимических установках, для утилизации отходящего тепла и других промышленных операций. Вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками может включать кожух; трубную решетку; трубный пучок со множеством теплообменных труб, ориентированных в вертикальном направлении; шесть или более продольных разделительных пластин; и множество колец стержневых перегородок, расположенных вдоль осевой дины множества теплообменных труб. По меньшей мере одна продольная разделительная пластина может являться зубчатой продольной разделительной пластиной. Во множестве колец стержневых перегородок могут быть размещены поперечные стержневые перегородки и продольные стержневые перегородки. Поперечные стержневые перегородки и продольные стержневые перегородки могут проходить через зазоры между каждыми двумя соседними трубами множества теплообменных труб. Поперечные стержневые перегородки могут проходить через отверстия в зубчатых продольных разделительных пластинах.

046189
B1

046189
B1

Область техники

Раскрываемые варианты осуществления изобретения относятся в целом к теплообменным системам. Более конкретно, раскрываемые варианты осуществления изобретения относятся к вертикальным теплообменникам со стержневыми перегородками.

Уровень техники

Теплообменники со стержневыми перегородками были созданы в 1970 г. Philips Petroleum Company, чтобы исключить вызываемые потоком вибрации с пластинчатых теплообменниках. Теплообменники со стержневыми перегородками представляют собой кожухотрубные теплообменники, в которых для обеспечения опоры труб и предохранения их от вибраций используют стержневые перегородки. Кроме этого, стержневые перегородки могут быть использованы для корректировки распределения потока в межтрубном пространстве и создания на более турбулентного потока в этом межтрубном пространстве. Термин "перегородка" относится к кольцу, с которым соединены концы множества опорных стержней, отсюда термин "стержневая перегородка". Примеры теплообменников со стержневыми перегородками можно найти, например, в патенте США № 5642778 и патенте Китая № 104197751.

Как показано на фиг. 1, обычный теплообменник со стержневыми перегородками, такой как кожухотрубный теплообменник 10, может включать трубный пучок 12 со стержневой перегородкой, окруженный кожухом 14. Трубы 28 в трубном пучке 12 опираются на множество узлов 16, 18, 20 и 22 стержневых перегородок. Одну текучую среду подают в межтрубное пространство кожухотрубного теплообменника 10 через выпуск 26 и после теплообмена с текучей средой, подаваемой в трубы 28, отводят из межтрубного пространства через выпуск 30. Текучая среда, протекающая по трубному пространству теплообменника, поступает во выпуск 32 в торцевой крышке 38 теплообменника и отводится через выпуск 34 в торцевой крышке 44 теплообменника. Эта текучая среда проходит через торцевую камеру 36, ограничиваемую торцевой крышкой 38 теплообменника 10, трубную решетку 40 и по трубам 28 в противоположную торцевую камеру 42, ограничиваемую аналогичным образом торцевой крышкой 44, и другую трубную решетку 46.

В CN 104197751 A описывает теплообменник с вертикальной перегородкой, содержащий корпус, трубную решетку, пучок теплообменных труб, множество опорных полос, расположенных по периферии для фиксации пучка теплообменных труб, и множество продольных перегородок с пропуском, расположен в корпусе. Эти перегородки могут ширину и шаг пропуска, которые регулируются.

Сущность изобретения

В этом разделе вводится ряд концепций, которые дополнительно поясняются в разделе "Подробное описание изобретения". Не подразумевается, что в разделе "Сущность изобретения" дано определение ключевых или существенных отличительных особенностей заявленного предмета изобретения, и его не следует использовать в качестве вспомогательного средства для ограничения объема заявленного предмета изобретения.

В одном из аспектов представленное изобретение относится к вертикальному теплообменнику со стержневыми перегородками, как заявлено в п.1. Варианты вертикального теплообменника со стержневыми перегородками могут быть использованы для отведения тепла, осуществления конденсации, выработки электроэнергии, на нефтехимических установках, для утилизации отходящего тепла и других промышленных операций.

В одном или более вариантах вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками может дополнительно включать множество опорных балок, размещенных по окружности кожуха для крепления трубного пучка и являющихся направляющими для множества колец стержневых перегородок. Балки множества опорных балок могут отстоять друг от друга с интервалом 90° вокруг окружности множества колец стержневых перегородок. Выпуск для неконденсирующегося газа может быть выполнен на том же уровне вблизи трубной решетки кожуха, что и выпуск пара. Цилиндрическая секция жидкостного затвора может находиться в межтрубном пространстве у изогнутой части. В кожухе может быть предусмотрено наличие отбойника для распределения пара, поступающего из впуска.

В некоторых вариантах множество колец стержневых перегородок может включать набор из четырех колец стержневых перегородок: первое кольцо стержневых перегородок со множеством поперечных стержневых перегородок, идущих от внутренней поверхности первого кольца стержневых перегородок, второе кольцо стержневых перегородок со множеством продольных стержневых перегородок, идущих от внутренней поверхности второго кольца стержневых перегородок, третье кольцо стержневых перегородок со множеством поперечных стержневых перегородок, идущих от внутренней поверхности третьего кольца стержневых перегородок, и четвертое кольцо стержневых перегородок со множеством продольных стержневых перегородок, идущих от внутренней поверхности четвертого кольца стержневых перегородок. Вертикальный теплообменник со стержневыми перегородками может включать по меньшей мере четыре набора колец стержневых перегородок. Кроме этого, пятый набор из четырех колец стержневых перегородок может включать два первых кольца стержневых перегородок, третье кольцо стержневых перегородок и четвертое кольцо стержневых перегородок. Каждое кольцо из множества колец стержневых перегородок может отстоять на одинаковое расстояние от соседней стержневой перегородки по длине U-образного трубного пучка. Каждая из шести или более продольных разделительных пластин

может являться продольной разделительной пластиной с пропуском. Ширина каждой продольной разделительной пластины может составлять от 3 до 9 мм.

В другом варианте изобретения расстояние между продольными разделительными пластинами и длина продольных разделительных пластин с пропуском могут быть разными. Расстояние между первой продольной разделительной пластиной и второй продольной разделительной пластиной может быть больше, чем расстояние между второй продольной разделительной пластиной и третьей продольной разделительной пластиной. Расстояние между второй продольной разделительной пластиной и третьей продольной разделительной пластиной может быть больше, чем расстояние между третьей продольной разделительной пластиной и четвертой продольной разделительной пластиной. Расстояние между третьей продольной разделительной пластиной и четвертой продольной разделительной пластиной может быть больше, чем расстояние между четвертой продольной разделительной пластиной и пятой продольной разделительной пластиной. Расстояние между четвертой продольной разделительной пластиной и пятой продольной разделительной пластиной может быть больше, чем расстояние между пятой продольной разделительной пластиной и шестой продольной разделительной пластиной. Конец с пропуском каждой продольной разделительной пластины с пропуском может находиться на некотором расстоянии по вертикали от кожуха. Это расстояние по вертикали может последовательно уменьшаться от первой продольной разделительной пластины до шестой продольной разделительной пластины.

Другие аспекты и преимущества станут понятны из следующего ниже описания и прилагаемой формулы изобретения, которые определяют варианты вертикального теплообменника со стержневыми перегородками.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 представляет собой вид в вертикальном разрезе кожухотрубного теплообменника известного уровня техники.

На фиг. 2 представлен вид сверху теплообменника со стержневыми перегородками в соответствии с одним или несколькими вариантами осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 3 представлен вид в перспективе множества колец стержневых перегородок теплообменника со стержневыми перегородками в соответствии с одним или несколькими вариантами осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 4 представлен частичный вид в крупном масштабе множества труб теплообменника со стержневыми перегородками в соответствии с одним или несколькими вариантами осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 5 представлен частичный вид теплообменника со стержневыми перегородками в соответствии с одним или несколькими вариантами осуществления настоящего изобретения.

Подробное описание изобретения

Далее варианты осуществления настоящего изобретения описаны подробно со ссылкой на прилагаемые фигуры. Одинаковые элементы на разных фигурах для единообразия могут быть обозначены одинаковыми номерами позиций. Кроме этого, в следующем ниже подробном описании изложены многочисленные характерные подробности, помогающие лучше понять заявленный предмет изобретения. Однако, для специалистов в данной области будет очевидно, что описанные варианты осуществления могут быть реализованы без этих подробностей. В других случаях хорошо известные особенности подробно не описаны, чтобы избежать ненужного усложнения описания. В настоящем контексте термины "соединенный" или "соединенный с", "связанный" или "связанный с" могут указывать на установление прямого или косвенного соединения и никак не ограничиваются, если явно не указано иное. В настоящем контексте текучие среды могут представлять собой суспензии, жидкости, газы и/или их смеси. Везде, где это возможно, на фигурах использованы одинаковые номера позиций для обозначения общих или одинаковых элементов. Фигуры не обязательно выполнены в масштабе, некоторые фигуры или некоторые виды на фигурах для ясности могут быть выполнены в увеличенном масштабе.

В одном из аспектов раскрываемые варианты осуществления изобретения относятся к теплообменнику со стержневыми перегородками, предназначенному для отведения тепла, осуществления конденсации, выработки электроэнергии, для нефтехимических установок, для утилизации отходящего тепла и других промышленных операций. Теплообменник со стержневыми перегородками может быть равнозначно назван в настоящем описании конденсатором со стержневыми перегородками. Кроме этого, теплообменник со стержневыми перегородками может включать вертикальные перегородки с вертикальными разделительными пластинами. Теплообменник со стержневыми перегородками может использоваться для отведения тепла полимеризации в охлаждающем контуре. Кроме этого, теплообменник со стержневыми перегородками может обеспечивать более эффективную конденсацию, чем обычные конденсаторы.

Обычные теплообменники со стержневыми перегородками, применяемые в промышленности, обычно очень большие и тяжелые из-за горизонтального расположения. Кроме этого, в обычных вертикальных теплообменниках со стержневыми перегородками используются небольшие и более короткие продольные отражательные пластины. Обычные вертикальные теплообменники со стержневыми перегородками недостаточно эффективны для современных реакторов полимеризации большего размера и производительности. Например, при увеличении размера и производительности обычные вертикальные теп-

лообменники со стержневыми перегородками могут быть причиной аварийной остановки из-за слишком низкого уровня жидкости и, следовательно, сокращения потока пара.

Следовательно, один или несколько вариантов осуществления настоящего изобретения могут быть использованы для преодоления указанных недостатков, а также обеспечения дополнительных преимуществ над обычными теплообменниками со стержневыми перегородками, как станет понятно специалистам. В одном или нескольких вариантах своего осуществления теплообменник со стержневыми перегородками может обеспечивать увеличение скорости газа вокруг труб теплообменника и расширение рабочего диапазона в части коэффициента теплообмена. В соответствии с описываемыми вариантами осуществления, теплообменники со стержневыми перегородками могут включать удлиненные отражательные пластины, позволяющие применять более низкий уровень жидкости, расширяя тем самым рабочий диапазон процесса полимеризации. В одном или нескольких вариантах осуществления удлиненные отражательные пластины могут снижать риск аварийных остановок установки из-за неожиданных изменений температуры охлаждающей воды и позволяют эксплуатировать установку с большей пропускной способностью. Узел стержневой перегородки теплообменника обеспечивает защиту от вибрации, так как стержневые перегородки распределены более равномерно. Кроме этого, теплообменники со стержневыми перегородками более надежны и работоспособны при большом числе рабочих циклов. В целом, использование теплообменников со стержневыми перегородками может способствовать сведению к минимуму инженерно-технического обеспечения, риска, связанного с производством стержневых перегородок, сокращению времени сборки, уменьшению стоимости оборудования и снижению веса и габаритов.

Теплообменники со стержневыми перегородками описываемых вариантов осуществления изобретения могут включать ряд продольных отражательных пластины с целью увеличения скорости пара для более эффективной теплопередачи. В одном из примеров, не имеющем ограничительного характера, теплообменник со стержневыми перегородками может включать шесть продольных отражательных пластин. В одном или нескольких вариантах осуществления опора для поперечных и продольных стержней теплообменника со стержневыми перегородками может быть разделена и распределена более равномерно, чтобы усилить защиту от вибрации. Кроме этого, длина продольных отражательных пластин может быть увеличена и охватывать по меньшей мере всю длину U-образного трубного пучка с целью увеличения эксплуатационной гибкости посредством поддержания жидкостного затвора на низком уровне.

В одном или нескольких вариантах осуществления изобретения теплообменник со стержневыми перегородками может представлять собой вертикальный конденсатор со стержневыми перегородками, включающий шесть или более удлиненных продольных разделительных пластин. Удлиненные продольные разделительные пластины могут обеспечивать более высокую эффективность конденсации в вертикальном конденсаторе со стержневыми перегородками за счет увеличения скорости газа вокруг труб. Кроме этого, удлиненные продольные разделительные пластины могут расширять рабочий диапазон в части коэффициента теплообмена удлиненных отражательных пластин, благодаря чему возможен более низкий уровень жидкости.

Обратимся к фиг. 2, на которой представлен вид сверху теплообменника 100 со стержневыми перегородками, соответствующего одному или нескольким вариантам осуществления настоящего изобретения. Теплообменник 100 со стержневыми перегородками включает шесть или более продольных разделительных пластин 101 и пучок 102 труб. Шесть или более продольных разделительных пластин 101 могут быть вставлены в трубный пучок 102. Трубный пучок 102 окружен кожухом 103. По окружности кожуха 103 может быть размещено некоторое количество патрубков 120 для измерительных приборов. Благодаря наличию патрубков 120 для измерительных приборов в теплообменнике 100 со стержневыми перегородками можно проводить различные измерения, такие как измерения уровня, температуры и др. Кроме этого, поверх шести или более продольных разделительных пластин 101 располагается и может располагаться трубная решетка 119. В одном или нескольких вариантах осуществления изобретения расстояние D между продольными разделительными пластинами 101 может быть разным. В одном из примеров, не имеющем ограничительного характера, расстояние D между первой продольной разделительной пластиной 101a и второй продольной разделительной пластиной 101b может быть больше, чем расстояние между второй продольной разделительной пластиной 101b и третьей продольной разделительной пластиной 101c. Расстояние между второй продольной разделительной пластиной 101b и третьей продольной разделительной пластиной 101c может быть больше, чем расстояние между третьей продольной разделительной пластиной 101c и четвертой продольной разделительной пластиной 101d. Расстояние между третьей продольной разделительной пластиной 101c и четвертой продольной разделительной пластиной 101d может быть больше, чем расстояние между четвертой продольной разделительной пластиной 101d и пятой продольной разделительной пластиной 101e. Расстояние между четвертой продольной разделительной пластиной 101d и пятой продольной разделительной пластиной 101e может быть больше, чем расстояние между пятой продольной разделительной пластиной 101e и шестой продольной разделительной пластиной 101f. Также предусматривается, что ширина W каждой продольной разделительной пластины 101 может составлять величину от 3 до 9 мм, например 8 мм.

Согласно представленному изобретению по меньшей мере одна продольная разделительная пластина 101 (например одна или более из шести или более продольных разделительных пластин 101) представляет

собой продольную разделительную пластину 104 с пропуском, расположенную в трубном пучке 102. Упомянутая по меньшей мере одна продольная разделительная пластина 101 имеет конец с пропуском, который имеет вертикальное расстояние D_n от кожуха 103. Каждая из одной или более продольных разделительных пластин 104 с пропуском может иметь такой конец 105 с пропуском. Каждая продольная разделительная пластина 104 с пропуском может характеризоваться отличным расстоянием D_n по вертикали. Расстояние D_n по вертикали продольных разделительных пластин 104 с пропуском может последовательно уменьшаться от первой продольной разделительной пластины 101a до шестой продольной разделительной пластины 101f. В одном из примеров, не имеющем ограничительного характера, расстояние D_n по вертикали первой продольной разделительной пластины 101a может быть больше, чем расстояние по вертикали второй продольной разделительной пластины 101b. Расстояние по вертикали второй продольной разделительной пластины 101b может быть больше, чем расстояние по вертикали третьей продольной разделительной пластины 101c. Расстояние по вертикали третьей продольной разделительной пластины 101c может быть больше, чем расстояние по вертикали четвертой продольной разделительной пластины 101d. Расстояние по вертикали четвертой продольной разделительной пластины 101d может быть больше, чем расстояние по вертикали пятой продольной разделительной пластины 101e. Расстояние по вертикали пятой продольной разделительной пластины 101e может быть больше, чем расстояние по вертикали шестой продольной разделительной пластины 101f. В некоторых вариантах осуществления изобретения расстояние D_n по вертикали выбрано так, что между продольными разделительными пластинами 104 с пропуском и кожухом 103 имеется достаточное пространство для прохождения пара в следующее отделение. Кроме этого, соседние продольные разделительные пластины 104 с пропуском могут быть ориентированы под углом 180° так, чтобы концы 105 с пропуском соседних продольных разделительных пластин 104 с пропуском были направлены противоположно от кожуха 103.

Как показано на фиг. 2, выпуск 107 может находиться на кожухе 103 вблизи трубной решетки 119 на том же уровне (на окружности), что и впуск 108. В некоторых вариантах осуществления изобретения выпуск 107 может представлять собой выпуск неконденсирующегося газа, а впуск 108 может представлять собой впуск пара. Из впуска 108 в теплообменник 100 со стержневыми перегородками может поступать пар, который следует затем по траектории (см. стрелки F), определяемой шестью или более продольными разделительными пластинами 101, и выходить через выпуск 107. Кроме этого, цилиндрическая секция 109 жидкостного затвора может располагаться под коленчатой секцией 109a теплообменника 100 со стержневыми перегородками на кожухе 103. Коленчатая секция 109a может являться частью кожуха 103, образующей выпуск 107 и впуск 108. Кроме этого, в кожухе 103 может быть установлен отбойник 110 для распределения поступающего из впуска 108 пара.

Множество труб 106 проходит в осевом направлении в пределах трубного пучка 102 так, чтобы шесть или более продольных разделительных пластин 101 разделяли множество труб 106 трубного пучка 102. Трубный пучок 102 является U-образным трубным пучком, и множество труб 106 имеют изгиб. Также предусматривается, что продольные разделительные пластины 104 с пропуском могут проходить на некоторое расстояние в радиальном направлении так, чтобы конец 105 с пропуском находился внутри трубного пучка 102. Радиальная длина продольных разделительных пластин 104 с пропуском может быть измерена от конца, прикрепленного к кожуху 103, до конца 105 с пропуском. Минимальная продольная длина продольных разделительных пластин 104 с пропуском больше, чем самая нижняя точка, в которой труба 106 обеспечена в U-образном трубном пучке. Благодаря прохождению продольных разделительных пластин 104 с пропуском в продольном направлении по меньшей мере до конца U-образного трубного пучка достигается меньший уровень жидкостного затвора и рабочий диапазон теплообменника 100 со стержневыми перегородками расширяется.

Как показано на фиг. 3, теплообменник 100 со стержневыми перегородками включает множество колец 111, 112, 113, 114 стержневых перегородок, распределенных вдоль оси A_x множества труб (см. 106 на фиг. 2). Только для примера на фиг. 3 показано четыре кольца 111, 112, 113, 114 стержневых перегородок; однако, теплообменник 100 со стержневыми перегородками может включать любое количество колец стержневых перегородок без отступления от объема настоящего изобретения. Кроме этого, по окружности кожуха (см. 103 на фиг. 3) может быть расположено множество опорных балок 115, используемых для крепления трубного пучка (см. 102 на фиг. 2) и в качестве направляющих для множества колец 111, 112, 113, 114 стержневых перегородок. В одном из не имеющих ограничительного характера примеров теплообменник 100 со стержневыми перегородками может включать четыре опорных балки 115, равномерно распределенных так, чтобы они располагались с шагом 90° по окружности множества колец 111, 112, 113, 114 стержневых перегородок.

В одном или нескольких вариантах осуществления изобретения множество колец 111, 112, 113, 114 стержневых перегородок может быть сгруппировано по четыре. Множество колец 111, 112, 113, 114 стержневых перегородок может образовывать конфигурацию, в которой каждое кольцо стержневой перегородки повернуто на 90° относительно соседнего кольца стержневой перегородки. Благодаря попеременному повороту множества колец 111, 112, 113, 114 стержневых перегородок, в теплообменнике 100 со стержневыми перегородками может быть предотвращено явление накопления жидкости и достигнуто

интенсивный поток конденсата во множестве труб (см. 106 на фиг. 2). В одном из не имеющих ограничительного характера примеров первое кольцо 111 стержневой перегородки в наборе из четырех колец стержневых перегородок может включать множество поперечных стержневых перегородок 111а, отходящих от внутренней поверхности 111b первого кольца 111 стержневой перегородки. Второе кольцо 112 стержневой перегородки в наборе из четырех колец стержневых перегородок может включать множество продольных стержневых перегородок 112а, отходящих от внутренней поверхности 112b второго кольца 112 стержневой перегородки. Третье кольцо 113 стержневой перегородки в наборе из четырех колец стержневых перегородок может включать множество поперечных стержневых перегородок 113а, отходящих от внутренней поверхности 113b третьего кольца 113 стержневой перегородки. Четвертое кольцо 114 стержневой перегородки в наборе из четырех колец стержневых перегородок может включать множество продольных стержневых перегородок 114а, отходящих от внутренней поверхности 114b четвертого кольца 114 стержневой перегородки.

Теперь обратимся к фиг. 4, на которой, в соответствии с одним или несколькими вариантами осуществления изобретения, показан частичный вид в крупном масштабе множества труб 106, разделенных поперечными стержневыми перегородками 111а, 113а первого и третьего колец 111, 113 стержневых перегородок и продольными стержневыми перегородками 112а, 114а второго и четвертого колец 112, 114 стержневых перегородок.

Как показано на фиг. 4, поперечные стержневые перегородки 111а, 113а проходят через зазор 116а между соседними трубами (106) в направлении оси X. Продольные стержневые перегородки 112а, 114а проходят через зазор 116b между соседними трубами (106) в направлении оси Y. Кроме этого, поперечные стержневые перегородки 111а, 113а также могут проходить через отверстия в продольных разделительных пластинах с пропуском (см. 104 на фиг. 2). При увеличении расстояния между поперечными и продольными стержнями меньше ограничивается поток жидкого конденсата во множестве труб 106, и опора множества труб 106 может быть более равномерно распределена по длине множества труб 106.

Теперь обратимся к фиг. 5, на которой, в соответствии с одним или несколькими вариантами осуществления изобретения, показан частичный вид теплообменника 100 со стержневыми перегородками. Как показано на фиг. 5, множество труб 106 может образовывать трубный пучок 102, например U-образный трубный пучок длиной L. Специалистам в данной области известно, как могут быть изогнуты трубы 106 в U-образном трубном пучке 102, например, иметь U-образный изгиб 118, чтобы полная длина множества труб 106 была больше длины L U-образного трубного пучка 102. Благодаря этому трубы 106 в теплообменнике 100 со стержневыми перегородками могут быть длиннее, а теплообменник 100 со стержневыми перегородками при этом может оставаться компактным и занимать мало места. Кроме того, выпуск 108 находится сверху на передней стороне трубного пучка 102, тогда как выпуск 107 расположен на задней стороне трубного пучка 102. Также предусматривается, что выпуск 107 может иметь меньший диаметр, чем выпуск 108.

Как показано на фиг. 5, в одном или нескольких вариантах осуществления изобретения теплообменник 100 со стержневыми перегородками может включать 4 набора из четырех колец 111, 112, 113, 114 стержневых перегородок, показанных на фиг. 3, и тогда это составит 8 наборов колец стержневых перегородок с поперечными стержнями и 8 наборов стержневых перегородок с продольными стержнями. Кроме этого, теплообменник 100 со стержневыми перегородками может включать пятый набор из четырех колец стержневых перегородок, в который входит два первых кольца стержневых перегородок, и порядок колец стержневых перегородок в нем колец 111, 111, 113, 114, считая от U-образного изгиба 118 в U-образном трубном пучке 102. Также предусматривается, что нижняя точка U-образного изгиба 118 может соответствовать самому нижнему кольцу стержневой перегородки теплообменника 100 со стержневыми перегородками. Каждое кольцо 111, 112, 113, 114 стержневых перегородок может отстоять на расстояние D_{rb} от соседней стержневой перегородки так, чтобы кольца 111, 112, 113, 114 стержневых перегородок быть равномерно распределены по длине L U-образного трубного пучка. Кроме этого, каждое кольцо 111, 112, 113, 114 стержневых перегородок может иметь толщину T, чтобы толщина всех колец стержневых перегородок была одинаковой. Также предусматривается что задняя часть 117 U-образного трубного пучка может быть снабжена решетчатой структурой, препятствующей вибрации.

Хотя настоящее изобретение описано со ссылкой на ограниченное число вариантов его осуществления, специалистам в данной области, использующим данное описание, понятно, что возможны другие варианты осуществления, не выходящие за рамки раскрываемого существа изобретения. Следовательно, объем изобретения ограничивается только прилагаемой формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Вертикальный теплообменник (100) со стержневыми перегородками, содержащий кожух (103);
трубную решетку (119);
трубный пучок (102), имеющий множество теплообменных труб (106), проходящих в осевом направлении, при этом трубный пучок (102) является U-образным трубным пучком, содержащим

U-образный изгиб во множестве теплообменных труб (106);

шесть или более продольных разделительных пластин (101), проходящих в продольном направлении в радиальном направлении кожуха (103), при этом по меньшей мере одна продольная разделительная пластина (101) является и продольной разделительной пластиной (104) с пропуском, которая имеет конец (105) с пропуском на вертикальном расстоянии (D_n) от кожуха (103); и

множество колец (111, 112, 113, 114) стержневых перегородок, расположенных вдоль осевой длины множества теплообменных труб (106), при этом множество колец (111, 112, 113, 114) стержневых перегородок имеет поперечные стержневые перегородки (111а, 113а), проходящие в оси X в радиальном направлении и продольные стержневые перегородки (112а, 114а), проходящие в оси Y в радиальном направлении,

при этом поперечные стержневые перегородки (111а, 113а) и продольные стержневые перегородки (112а, 114а) проходят через зазоры (116а, 116б) между каждыми двумя соседними трубами из множества теплообменных труб (106) и поперечные стержневые перегородки (111а, 113а) проходят через отверстия в продольной разделительной пластине (104) с пропуском, и

при этом по меньшей мере одна продольная разделительная пластина (104) с пропуском простирается на минимальную длину в продольном направлении, которая больше, чем самая нижняя точка, в которой множество теплообменных труб (106) обеспечено в U-образном трубном пучке (102), и

при этом по меньшей мере одна продольная разделительная пластина (104) с пропуском простирается на длину в радиальном направлении так, чтобы иметь конец (105) с пропуском в пределах трубного пучка.

2. Вертикальный теплообменник (100) со стержневыми перегородками по п.1, дополнительно содержащий множество опорных балок (115), размещенных по окружности кожуха (103), выполненных с возможностью крепления трубного пучка (102) и являющихся направляющими для множества колец стержневых перегородок (111, 112, 113, 114).

3. Вертикальный теплообменник (100) со стержневыми перегородками по п.2, в котором балки множества опорных балок (115) отстоят друг от друга с интервалом 90° вокруг окружности множества колец стержневых перегородок (111, 112, 113, 114).

4. Вертикальный теплообменник (100) со стержневыми перегородками по п.1, дополнительно содержащий выпуск (107) неконденсирующегося газа, выполненный на том же уровне вблизи трубной решетки (119) кожуха (103), что и впуск (108) пара.

5. Вертикальный теплообменник (100) со стержневыми перегородками по п.4, дополнительно содержащий цилиндрическую секцию (109) жидкостного затвора, обеспеченную вблизи изогнутой части (109а) в межтрубном пространстве.

6. Вертикальный теплообменник (100) со стержневыми перегородками по п.4, дополнительно содержащий отбойник (110), установленный в кожухе (103) для распределения пара, поступающего из впуска (108) для пара.

7. Вертикальный теплообменник (100) со стержневыми перегородками по п.1, в котором множество колец (111, 112, 113, 114) стержневых перегородок содержит набор из четырех колец стержневых перегородок:

первое кольцо (111) стержневых перегородок со множеством поперечных стержневых перегородок (111а), проходящих от внутренней поверхности первого кольца (111) стержневых перегородок;

второе кольцо (112) стержневых перегородок со множеством продольных стержневых перегородок (112а), проходящих от внутренней поверхности второго кольца (112) стержневых перегородок;

третье кольцо (113) стержневых перегородок со множеством поперечных стержневых перегородок (113а), проходящих от внутренней поверхности третьего кольца (113) стержневых перегородок; и

четвертое кольцо (114) стержневых перегородок со множеством продольных стержневых перегородок (114а), проходящих от внутренней поверхности четвертого кольца (114) стержневых перегородок.

8. Вертикальный теплообменник (100) со стержневыми перегородками по п.7, дополнительно содержащий по меньшей мере четыре набора из четырех колец (111, 112, 113, 114) стержневых перегородок.

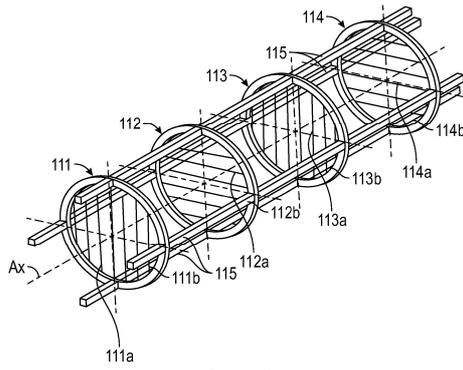
9. Вертикальный теплообменник (100) со стержневыми перегородками по п.8, дополнительно содержащий пятый набор из четырех колец стержневых перегородок, содержащий два первых кольца стержневых перегородок, третье кольцо стержневых перегородок и четвертое кольцо стержневых перегородок.

10. Вертикальный теплообменник (100) со стержневыми перегородками по п.1, в котором каждое кольцо из множества колец (111, 112, 113, 114) стержневых перегородок отстоит на одинаковое расстояние от соседней стержневой перегородки по длине U-образного трубного пучка.

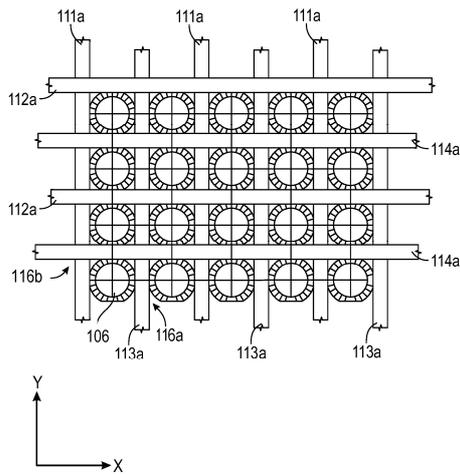
11. Вертикальный теплообменник (100) со стержневыми перегородками по п.1, в котором каждая из шести или более продольных разделительных пластин (101) является продольной разделительной пластиной (104) с пропуском.

12. Вертикальный теплообменник (100) со стержневыми перегородками по п.1, в котором ширина каждой продольной разделительной пластины (101) составляет от 3 до 9 мм.

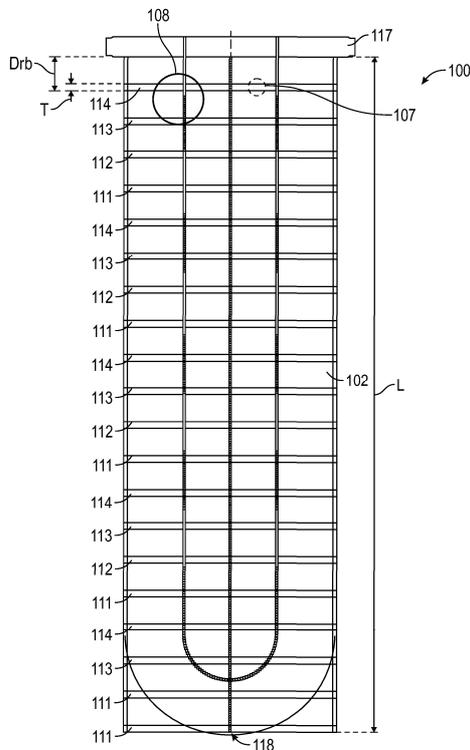
13. Вертикальный теплообменник (100) со стержневыми перегородками по п.1, в котором расстоя-



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

